



УДК 631.95(479.25)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД РЕКИ ДЕБЕД НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ

С.А. Унанян, д. с/х. н., Т.А. Джангирян, к. с/х. н., А.О. Маркосян, д. с/х. н.

Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. Петросяна, филиал НАУА

hunanyansuren4@gmail.com, tjhangiryan@mail.ru, markosianalbert@mail.ru

СВЕДЕНИЯ

Ключевые слова:

река Дебед,
почва,
растения,
тяжелые металлы,
загрязненность,
химический состав

АННОТАЦИЯ

Установлено, что под воздействием техногенного загрязнения реки Дебед содержание гумуса в орошаемых ее водами почвах уменьшилось, изменился их механический состав – тяжелосуглинистые превратились в среднесуглинистые. Слабощелочная реакция среды стала нейтральной и слабокислой. Уменьшились валовое содержание питательных элементов и сумма поглощенных катионов, а содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) увеличилось. Накопление ТМ (*Cu*, *Pb*, *Mo*) в овощных культурах во много раз превышает предельно допустимые нормы, что представляет опасность для здоровья людей и животных.

Введение

Река Дебед протекает в северо-восточной части Республики Армения. Протяженность ее составляет 178 км, из них 152 км приходится по территории республики. Дебед является самым крупным притоком реки Храм и образуется от слияния рек Памбак и Дзорагет на отметке 880 м над уровнем моря. После выхода на Марнеульскую равнину (Грузия) река Дебед называется Барчалу. Ее воды до города Алаверди являются пресными, но в результате попадания в них техногенных выбросов Алавердского горно-металлургического завода (АГМЗ), Ахталинской обогатительной фабрики, Алавердского, Марцинского и других месторождений и хвостохранилищ вода загрязняется (С.А. Унанян, 2010, С.А. Унанян и др., 2020). Водами р. Дебед орошаются почвы Туманянского и Ноемберянского районов.

Техногенез приводит к изменению агрохимических, физико-химических свойств и биологической активно-

сти почвы, нарушению естественного соотношения химических элементов в почвенном растворе и их поступлению в растения (К.В. Григорян, 1980; В.М. Варагян, К.В. Григорян, 2011, В.М. Варагян, 2011).

И хотя водами реки Дебед орошаются большие территории, до сих пор не была проведена оценка эколого-токсикологического состояния орошаемых почв. Следовательно, их изучение является весьма актуальным.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились посредством полевых и камеральных работ, лабораторных агрохимических и химических анализов почвенных и растительных образцов. Полевые исследования были проведены на участках, орошаемых техногенно загрязненными водами р. Дебед. Почвенные и растительные образцы (плоды баклажана и перца, корне-

плоды свеклы и клубни картофеля) были также взяты с загрязненных рекой территорий (села Шамлух, Чочкан, Айрум). На каждой опытной площадке (не более 1 га) закладывался разрез (полужама). После морфологического описания профиля почв брались смешанные образцы, каждый из которых состоял из пяти проб, отобранных методом «конверта» (Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов, 1976) и взятых с глубины 0-30 см и 30-60 см.

Для оценки воздействия загрязненной воды на агрохимические, физико-химические показатели и химический состав почв, а также на накопление тяжелых металлов в с/х культурах, в качестве фона (контроль) были взяты аналогичные показатели почв и растений схожей природно-почвенной зоны, орошаемой незагрязненной водой (Ж.А. Амирджанян, 1993, С.А. Унанян, 2013, О.А. Джугарян, 2000).

В лаборатории из образцов почвы удаляли камни и растительные остатки, затем высушивали при комнатной температуре (20-22 °С) и измельчали для дальнейших исследований (для определения гумуса почва не измельчалась). Агрохимические и физико-химические анализы почвенных образцов проводили следующими методами: гумус – по Тюрину, механический состав – по Робинсону, *pH* – потенциометрическим, общий азот – по Кьельдалю, фосфор и калий – по Лоренцу (Е.В. Аринушкина, 1962).

Для определения содержания биодоступных тяжелых металлов в образцах почвы использовали уксусную кислоту: 1 г измельченной почвы помещали во флакон емкостью 50 мл, затем смешивали с 40 мл 0.11-молярной уксусной кислоты, после чего смесь выдерживали в течение 16 часов при температуре 20-22 °С (He Q., Ren Y. et al, 2013; Д.Н. Иванов, Л.А. Лернер, 1979). Затем смесь фильтровали и измеряли содержание подвижных форм тяжелых металлов в тяге с помо-

щью прибора ААС-1. Валовые формы тяжелых металлов определяли рентгенофлуоресцентным методом (В.А. Большаков и др., 1978) и атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре (Н.Е. Taylor, 2001).

Пробы овощных культур брались дважды за вегетационный период. С каждого стационарного участка (около почвенного разреза) отбирали по 1 кг растений овощных культур (баклажан, перец, картофель, свекла). В растительных образцах (плоды, клубни, корнеплоды) содержание меди, свинца и молибдена определяли методом сравнения фактического материала с данными фоновых участков, разработанным Д. Бакером и Л. Чеснином (D. Baker, L. Chesnin, 1975). Растительные пробы после высушивания измельчались, затем часть проб озолялась в муфельной печи до белой золы при температуре около 450 °С. Полученная зола после соответственной обработки использовалась для определения содержания ТМ (*Cu*, *Pb*, *Mo*) с помощью прибора ААС-1.

Результаты и анализ

Результаты исследований свидетельствуют, что содержание валовой и подвижной меди в верхних слоях (0-30 см) почв, орошаемых загрязненными водами р. Дебед, колеблется в пределах 345.0-3816.0 и 22.4-248.0 мг/кг, свинца 238.0-1218.0 и 16.5-109.6 мг/кг, молибдена 22.0-62.0 и 3.1-10.0 мг/кг, что превышает их количество в контроле (фон): меди – в 6.6-73.1 и 3.06-34.0 раза, свинца – в 13.22-67.7 и 7.9-52.2 раза, молибдена – в 9.2-25.8 и 7.3-23.8 раза. С глубиной почвенного профиля показатели форм ТМ снижаются (рис. 1). Так, на глубине 30-60 см содержание валовой меди колеблется в пределах 70.0-107.0 мг/кг, свинца – 31.0-61.0 мг/кг, молибдена – 3.6-7.2 мг/кг, а подвижных форм соответственно 10.3-12.6 мг/кг, 6.3-13.5 мг/кг; 0.90-7.2 мг/кг. Такое колебание концентрации форм ТМ в почве на глубине 30-60 см несомненно связано со степенью загрязненности почвенного покрова.

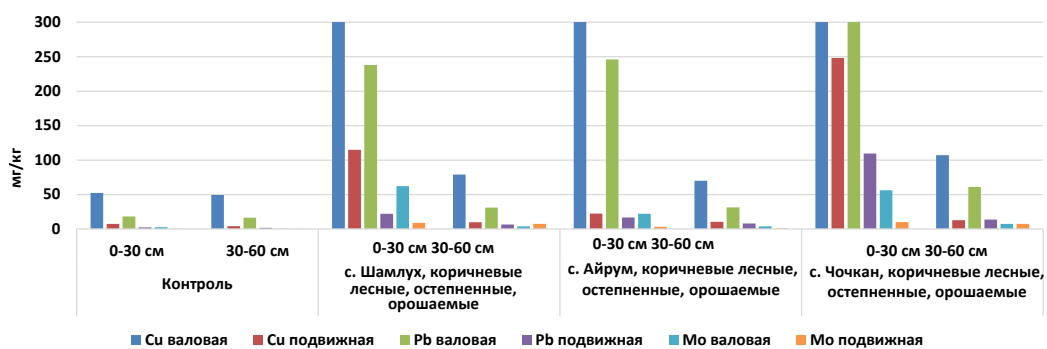


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в почвах, орошаемых водами р. Дебед (диаграмма составлена авторами).

Таблица. Агрохимические и физико-химические показатели почв, орошаемых водами р. Дебед (коричневые лесные, остепненные)*

Место взятия проб почвы	Глубина, см	Гумус, %	pH	Механический состав, <0,01мм	Обменные катионы, мг.экв/100 г почвы				Валовое содержание питательных элементов, %		
					Ca	Mg	Na	сумма	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0-30	3.9	7.2	49.8	34.2	4.7	1.60	40.50	0.26	0.23	1.90
	30-60	1.8	7.6	41.0	31.5	6.0	1.54	39.04	0.17	0.18	1.66
с. Шамлух, коричневые лесные, орошаемые	0-30	2.9	5.8	39.8	29.8	2.7	1.78	34.28	0.18	0.20	1.79
	30-60	2.0	7.6	46.4	32.4	5.7	1.44	39.54	0.16	0.19	1.68
с. Айрум, коричневые лесные остепненные, орошаемые	0-30	2.2	7.0	38.6	26.0	6.4	1.70	34.17	0.19	0.16	1.48
	30-60	1.79	7.4	40.2	35.0	4.8	1.64	41.47	0.15	0.18	1.40
с. Чочкан, коричневые лесные остепненные, орошаемые	0-30	2.40	5.3	32.8	30.0	6.6	1.44	38.04	0.21	0.19	1.70
	30-60	1.6	7.4	41.3	35.0	4.3	1.56	40.86	0.16	0.24	1.65

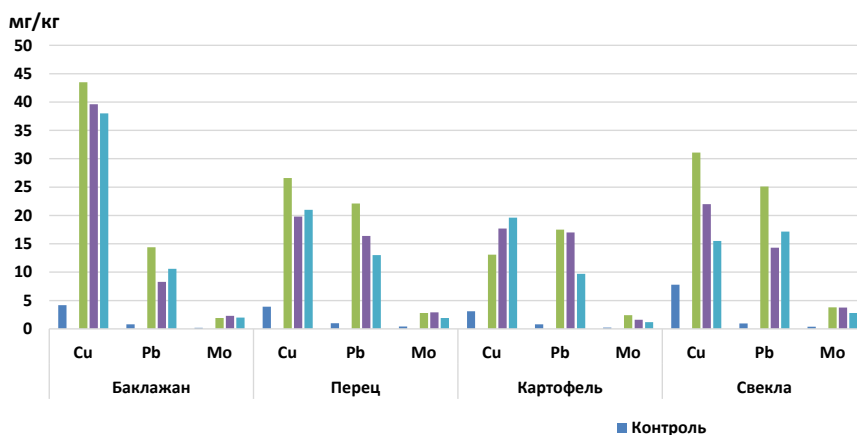
*Таблица составлена авторами.

Данные, приведенные в таблице, подтверждают, что под воздействием техногенных веществ, внесенных в почву с загрязненными водами р. Дебед, наблюдается изменение агрохимических и физико-химических свойств почвы.

Так, в загрязненных почвах содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) по сравнению с незагрязненной почвой (контроль) уменьшилось в 1.34-1.77 раза. Происходит изменение механического состава коричневых лесных остепненных почв (тяжелосуглинистые почвы становятся среднесуглинистыми), слабощелочная реакция среды ($pH=7.2$) меняется на нейтральную ($pH=7.0$) и слабокислую ($pH=5.3-5.8$). Концентрация валового азота в орошаемых почвах по сравнению с контролем уменьшилась в 1.24-1.44, фосфора – в 1.15-1.44, калия – 1.06-1.28 раза, а сумма поглощенных ка-

тионов ($Ca+Mg++Na$) – в 1.06-1.19 раза. Изменение агрохимических и физико-химических показателей почв под пахотным горизонтом (30-60 см) незначительное (табл.).

Одним из важнейших показателей эколого-токсикологического состояния компонентов экосистем при орошении загрязненными водами р. Дебед является содержание металлов в растениях. Широкий диапазон колебания концентрации тяжелых металлов в растениях обусловлен действием различных факторов, таких как геохимические аномалии, загрязнение, сезонные колебания, температура, свойства почвы, способность генотипа накапливать тот или иной элемент (Н.А. Черных, С.Н. Сидоренко, 2003; С. Унанян и др., 2020).

**Рис. 2.** Содержание тяжелых металлов в растениях, орошаемых водами р. Дебед (диаграмма составлена авторами).

Нашими исследованиями установлено, что накопление тяжелых металлов в растениях зависит от степени загрязненности почв, видовой особенности растений и химической природы металлов. Так, в загрязненных почвах содержание ТМ в плодах баклажана и перца колеблется в следующих пределах: меди – 38.0-43.5 и 19.8-26.6 мг/кг, свинца – 8.3-14.4 и 13.0-22.1 мг/кг, молибдена – 2.0-4.9 и 1.9-2.9 мг/кг, в клубнях картофеля и корнеплодах свеклы: меди – 17.7-21.3 и 15.5-31.1 мг/кг, свинца – 9.7-17.5 и 14.3-25.1 мг/кг, молибдена – 1.2-2.4 и 2.8-3.79 мг/кг (рис. 2). Концентрация ТМ в отмеченных культурах (среднее содержание *Cu* – 4.75; *Pb* – 0.89; *Mo* – 0.31 мг/кг) превышает контрольные показатели: меди в 8.0-9.16; 4.17-5.60, 3.73-4.48 и 3.26-6.55 раза, свинца – в 9.33-16.18; 14.61-24.83; 10.9-21.35; 16.7-28.2 раза, молибдена – в 6.45-15.81; 6.13-9.35, 3.8-7.74; 9.03-12.23 раза соответственно (рис. 2).

Из данных рис. 2 видно, что при одинаковых экологических условиях накопление тяжелых металлов во многом зависит от вида растений. Так, в загрязненных почвах максимальное накопление меди (43.5 мг/кг) зафиксировано в плодах баклажана, свинца (25.1 мг/кг) – в корнеплодах свеклы, молибдена (4.9 мг/кг) – в плодах баклажана. По накоплению ТМ в органах растений овощные культуры, возделываемые на загрязненных почвах, располагаются в следующий ряд:

Cu - баклажан>свекла>перец>картофель,
Pb - свекла>перец>картофель>баклажан,
Mo - баклажан>свекла>перец>картофель.

Данные рис. 2 также показывают, что содержание тяжелых металлов в плодах баклажана и перца, в клубнях картофеля и корнеплодах свеклы во много раз превосходит предельно допустимые концентрации, что вредно для здоровья людей и животных (для баклажана, перца, картофеля и свеклы ПДК: *Cu* – 5, *Pb* – 0,5 и *Mo* – 0.33 мг/кг).

Заключение

Исследования показали, что источником загрязнения орошаемых почв сел Чочкан, Айрум и Шамлух являются воды р. Дебед. Было выявлено, что тяжелые металлы в основном накапливаются в пахотном слое почвы (0-30 см). Накопление токсикантов в плодах, корнеплодах и клубнях изучаемых культур в основном зависит от степени загрязненности почвы, биологических особенностей растений и химической природы элемента. Концентрация ТМ (*Cu*, *Pb*, *Mo*) в овощных культурах во много раз превышает предельно допустимые показатели и представляет опасность для здоровья людей и животных.

Для реабилитации загрязненных почв, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и получения экологически безопасной продукции рекомендуем внести в почву 60-90 т/га навоза при глубине пахотного слоя 35-40 см.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: Изд-во МГ, 1962. - 490 с.
2. Амирджян Ж.А. Микроэлементы в почвах республики Армения и эффективность применения микроудобрений: Автореф. дис. д-ра с.х. наук: 03.00-27 - почвоведение / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. - М., 1993. - 56 с.
3. Большаков В.А. и др. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. - М.: Изд-во ВНИИ и ТЭИсельхоз, 1978. - 54 с.
4. Варагян В.М., Григорян К.В. Ирригационные свойства вод реки Дебед // Ученые записки ЕГУ. - Ер., 2011. - N 2. - С. 64-67
5. Варагян В.М. Агроэкологическая оценка вод реки Дебед и ее основных притоков, находящихся в зоне техногенного воздействия: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.11- Экология. - Национальная академия наук РА. - Ер., 2011. - 26 с.
6. Григорян К.В. Влияние загрязненных промышленными отходами оросительных вод на физические, физико-химические свойства и биологическую активность почв: Автореф. дис. канд. биол. наук. - М., 1980. - 25 с.
7. Джугарян О.А. Экоотоксикология техногенного загрязнения. - Смоленск: Ойкумена, 2000. - 280 с.
8. Иванов Д.Н., Лернер Л.А. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях. - М., 1979. - С. 242-263.
9. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов. - М.: Почв. инст. им. В.В. Докучаева, 1976. - 79 с.
10. Унанян С.А. Навоз как средство восстановления плодородия загрязненных почв и регулятор накопления тяжелых металлов в растениях // Нетрадиционное растениеводство, энтология, экология и здоровье. Мат. XV межд. симпозиума, 3-й съезд селекционеров. - Алушта, 2006. - С. 452-453.
11. Унанян С.А. Накопление тяжелых металлов в полевых культурах, возделываемых в окрестностях Алавердского горно-металлургического завода // Известия Аграрной науки. - 2010. - N 3. - С. 132-134.
12. Унанян С.А. Эколого-токсикологическая оценка экосистем техногенных зон Лорийского марза и пути реабилитации почв. Автореф. дис. д-ра с/х наук: 06.01.01 - Общее земледелие, почвоведение, агрохимия. - Ер., 2013. - 50 с.
13. Унанян С.А., Джангирян Т.А., Мкртчян А.Л. Влияние техногенных выбросов АГМЗ на экологотоксиколо-

- гическое состояние агроэкосистем бассейна реки Дебед, РА // Евразийский научный журнал. Евразийский Союз Ученых. - Международный научный журнал. - 2020. - 6/75/. - С. 26-30.
14. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чеке-реса). - М.: Колос, 2000. - 536 с.
15. Черных Н.А., Сидоренко С.Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: Монография. - М.: Изд-во РУДН, 2003. - 430 с.
16. Baker Dole, E., Chesnin Leon (1975). Chemical Monitoring of Soils for Environmental Quality and Animal and Human Health. Advances in Agronomy, Volume 27, - pp. 305-374.
17. Taylor, H. E. (2001). ICP-MS Practices Techniques, USA, Chapter 3, - pp. 15-27.
18. He, Q., Ren, Y., Mohamed, I., Ali, M., Hassan, W., Zeng, F. (2013). Assessment of Trace and Heavy Metal Distribution by Four Sequential Extraction Procedures in a Contaminated Soil. - Soil Water Res. 2013, 8(2), - pp. 71-76.

Դեբեդ գետի տեխնածին աղտոտված ջրերի ագրոէկոլոգիայի հողերի ագրոքիմիական ցուցանիշների և բույսերի քիմիական կազմի վրա

Ս.Ա. Հունանյան, Տ.Ա. Զհանգիրյան, Ա.Օ. Մարկոսյան

Հ. Պետրոսյանի անվան հողագիտության, ագրոքիմիայի և մելիորացիայի գիտական կենտրոն, ՀԱԱՀ մասնաճյուղ

Բանալի բառեր՝ Դեբեդ, հող, բույսեր, ծանր մետաղներ, աղտոտվածություն, քիմիական կազմ

Ամփոփագիր: Ուսումնասիրություններով հաստատվել է, որ տեխնածին աղտոտվածությամբ Դեբեդի ջրերով ոռոգվող հողերում հումուսի պարունակությունը նվազել է, դրանց մեխանիկական կազմը փոխվել է ուժեղ կավայինից միջին կավայինի: Միջավայրի թույլ հիմնային ռեակցիան դարձել է չեզոք և թույլ թթվային: Սննդատարրերի ընդհանուր պարունակությունը և կլանված կատիոնների գումարը նվազել են, իսկ ծանր մետաղների (ՃՄ) ընդհանուր պարունակությունը և շարժուն ձևերը՝ ավելացել: Բանջարային մշակաբույսերում ծանր մետաղների (*Cu*, *Pb*, *Mo*) կուտակումը մի քանի անգամ գերազանցում է սահմանային թույլատրելի նորմերը, ինչը վտանգավոր է մարդկանց և կենդանիների առողջության համար:

The Effect of Technogenically Polluted Water of the Debed River on the Agrochemical Indicators of Soils and Plants Chemical Composition

S.A. Hunanyan., T.A. Jhangiryan, A.O. Markosyan

H. Petrosyan Scientific Center of Soil Science, Agrochemistry and Melioration, ANAU branch

Keywords: Debed River, soil, plants, heavy metals, pollution, chemical composition

Abstract. The studies have indicated that under the influence of technogenically polluted waters of the river Debed, the humus content in the soils decreased, the mechanical composition turned from heavy loamy into medium loamy and the reaction – from slightly alkaline to neutral and subacidic. The content of gross nutrients and the amount of absorbed cations decreased. The content of gross and mobile forms of heavy metals (HM) increased. The accumulation of HM (*Cu*, *Pb*, *Mo*) in vegetable crops exceeded the maximum allowable limits in many times and posed danger to human and animal health.

Принята: 09.06.2022 г.
Редактирована: 19.09.2022 г.